

# **BLUE COLOR LIGHT-EMITTING DIODE**

Patent Number: JP4321280  
Publication date: 1992-11-11  
Inventor(s): NAKAMURA SHUJI  
Applicant(s): NICHIA CHEM IND LTD  
Requested Patent: ☐ JP4321280  
Application Number: JP19910116912 19910419  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L33/00; H01L21/20; H01L21/86  
EC Classification:  
Equivalents: JP2791448B2

## **Abstract**

**PURPOSE:** To provide the title blue color light-emitting diode in high efficiency and brightness having excellent light-emitting characteristics such as color purity.  
**CONSTITUTION:** The title blue color light-emitting diode is composed of a buffer layer 2 comprising  $GaxAl_{1-x}N$  (where 0

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BEST AVAILABLE COPY**

(19) 日本国特許庁 (IP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-321280

(43) 公開日 平成4年(1992)11月11日

| (51) Int. Cl. <sup>3</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|----------------------------|------|---------|-----|--------|
| H 0 1 L 33/00              | C    | 8934-4M |     |        |
| 21/20                      |      | 9171-4M |     |        |
| 21/86                      |      | 7739-4M |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 3 頁)

(21) 出願番号 特願平3-116912

(22) 出願日 平成3年(1991)4月19日

(71) 出願人 000226057

日亜化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72) 発明者 中村 修二

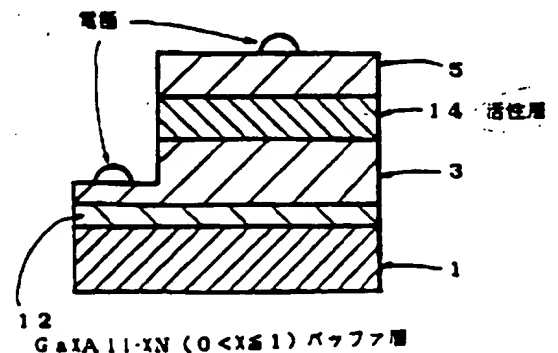
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内

(54) 【発明の名称】 青色発光ダイオード

(57) 【要約】

【目的】 高効率で、高輝度かつ色純度等の発光特性に優れた青色発光ダイオードを提供する。

【構成】 サファイア基板上に、Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>N (但し、 $0 < x \leq 1$  の範囲にある。) よりなるバッファ層と、Siがドーピングされたn型のクラッド層と、Znがドーピングされた発光する活性層と、さらに、Mgがドーピングされたp型のクラッド層とが積層されている青色発光ダイオード。



NOT AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】  $Ga_{1-x}Al_xN$  (但し  $0 < x \leq 1$  の範囲にある。) よりなるバッファ層と、 $Zn$  がドーブされた発光する活性層と、 $Si$  がドーブされた  $n$  型のクラッド層と、さらに、 $Mg$  がドーブされた  $p$  型のクラッド層とを具備していることを特徴とする青色発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般式が  $Ga_{1-x}Al_xN$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなる青色発光ダイオードに係り、特に発光効率が高く、高輝度、かつ色純度の良い、青色発光ダイオードに関するものである。

【0002】

従来の技術 現在、窒化ガリウム系化合物半導体を用いた青色発光ダイオードは、図2に示すMIS構造のものがよく知られている。

【0003】 一般にMIS構造の青色発光ダイオードは、基本的に、サファイア基板1上に、 $AlN$  よりなるバッファ層2、 $Si$  ドープ  $n$  型  $Ga_{1-x}Al_xN$  層3、 $Zn$  ドープ  $i$  型  $Ga_{1-x}Al_xN$  層4が順に積層され、3および4から電極が取り出された構造となっている。このようなMIS構造の窒化ガリウム系化合物半導体を有する青色発光ダイオードは、他の  $p-n$  接合を有する半導体材料、例えば  $GaAlAs$ 、 $GaP$  等よりなる赤色発光ダイオード、緑色発光ダイオードに比較して発光効率が低く、また輝度が低いために、実用化するには未だ不十分であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 なぜ、上記MIS構造の青色発光ダイオードしか実用化できないかという、発光する活性層を得るため、 $p$  型ドーパントとしての  $Zn$  を窒化ガリウム系化合物半導体にドーブしても、 $p$  型にはならず、高抵抗状態にしかならないからである。なおここでいう高抵抗の  $i$  型とは抵抗率  $10^4 \Omega \cdot cm$  以上をいう。

【0005】 また  $p$  型ドーパントとして  $Zn$  の代わりに、 $Mg$  をドーブして  $p$  型層を得ようとする試みもあり、一度  $Mg$  をドーブすると低抵抗の  $p$  型層は得られる。しかしながら、その  $p$  型層の発光波長は、青色より短波長の紫色であるため、 $Mg$  が発光中心となる構造の  $p-n$  接合では色純度の良い青色発光ダイオードを得ることは不可能であった。

【0006】 以上述べたように、窒化ガリウム系化合物半導体を使用して  $p-n$  接合の青色発光ダイオードを得ることは非常に困難であるため、現在ではMIS構造の青色発光ダイオードしかできていないのが実状である。

【0007】 周知のように、発光出力に代表される発光特性、信頼性等を考慮するとMIS構造よりも、 $p-n$

接合が有利であるのは常識であり、一刻も早く、 $p-n$  接合青色発光ダイオードの実現が強く望まれている。

【0008】 従って、本発明は上記事情を鑑みて成されたものであり、上記  $i$  型層を  $p$  型層と  $n$  型層ではさむ構造の青色発光ダイオードを実現することにより、高効率で、高輝度かつ色純度等の発光特性に優れた青色発光ダイオードを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、サファイア基板上に、一般式が  $Ga_{1-x}Al_xN$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) で表される窒化ガリウム系化合物半導体が積層された構造を有する青色発光ダイオードにおいて、 $Ga_{1-x}Al_xN$  (但し  $0 < x \leq 1$  の範囲にある。) よりなるバッファ層と、 $Zn$  がドーブされた発光する活性層と、 $Si$  がドーブされた  $n$  型のクラッド層と、さらに、 $Mg$  がドーブされた  $p$  型のクラッド層とを具備していることを特徴とするものである。

【0010】 その構造の一例を図1に示す。本発明の青色発光ダイオードは、サファイア基板1上に、 $Ga_{1-x}Al_xN$  ( $0 < x \leq 1$ ) よりなるバッファ層12、 $Si$  がドーブされた  $n$  型のクラッド層である  $Si$  ドープ  $n$  型  $Ga_{1-x}Al_xN$  層3 (以下  $n$  型クラッド層という。)、 $Zn$  がドーブされた発光する活性層である  $Zn$  ドープ  $Ga_{1-x}Al_xN$  層14 (以下活性層という。)、 $Mg$  がドーブされた  $p$  型のクラッド層である  $Mg$  ドープ  $p$  型  $Ga_{1-x}Al_xN$  層5 (以下  $p$  型クラッド層という。) が順に積層され、さらに、3および5から電極が取り出された構造となっている。

【0011】 バッファ層12は、その上に積層する窒化ガリウム系化合物半導体層の結晶性を向上させるために必要なものであり、通常数  $nm$  ~ 数百  $nm$  以下の厚さで形成する。またバッファ層12はサファイア基板の他に、 $n$  型クラッド層3、活性層14の上に形成しても良い。

【0012】 活性層14は、 $Zn$  を発光中心とし、発光波長のピークはおよそ  $470 \sim 480 nm$  にある。

【0013】

【作用】 本発明の青色発光ダイオードにおいて、バッファ層12の作用は、本発明者が先に出願した特開平3-32259号において詳しく述べている。簡単にいうとバッファ層の材料を、従来の  $AlN$  とするよりも、 $Ga_{1-x}Al_xN$  ( $0 < x \leq 1$ ) とする方が、その上に成長させる窒化ガリウム系化合物半導体の結晶性が格段に向上し、その上に成長させる  $Mg$  ドープの  $Ga_{1-x}Al_xN$  層が容易に  $p$  型化することである。

【0014】 またバッファ層12の材料を  $Ga_{1-x}Al_xN$  ( $0 < x \leq 1$ ) とすることにより、活性層14においても、 $AlN$  をバッファ層とした従来の  $i$  型  $Ga_{1-x}Al_xN$  層4に比べ、格段に結晶性が向上するため、抵抗率も  $10^4 \Omega \cdot cm$  以下となる。

【0015】従って、発光ダイオードを上記のような構造とすると、いちばん上にあるp型クラッド層5が容易にp型となるため、例えば、p型クラッド層5を+（プラス）側にして、n型クラッド層3を-（マイナス）側にして電流を流すと、p型クラッド層5からは活性層4にホールが注入され、同時にn型クラッド層3からは電子が注入され、発光層である活性層4でホールと電子が再結合し、Znを発光中心として色純度の良い青色の発光を示す。

【0016】上記のように、このバッファ層12なしでは、p型層が得られず、本発明の構造の青色発光ダイオードを得ることは不可能である。

【0017】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の青色発光ダイオードは、p型およびn型の窒化ガリウム系化合物半導体層で発光する活性層をはさみ、電子とホールとを活性層に注入して発光させる、例えばダブルヘテロ構造の発光ダイオードの発光メカニズムと同一であり、それはMIS構造の青色発光ダイオードに比べ、高効率、かつ高輝度で、色純度の良い青色発光ダイオードを実現することができる。

【0018】さらに本発明の青色発光ダイオードはバッ

ファ層に $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $0 < x \leq 1$ ) を育しているため、サファイア基板上に積層した化合物半導体の結晶性が非常に良くなる。そのため、AlNバッファ層の上に積層したp型クラッド層5と、本発明の構成要件である $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $0 < x \leq 1$ ) バッファ層の上に形成したp型クラッド層5とは、その結晶性が格段に異なるのである。従って優れた結晶性を育する本発明の青色発光ダイオードが当然輝度が高くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の青色発光ダイオードの構造を示す断面図。

【図2】 従来の青色発光ダイオードの構造を示す断面図。

【符号の説明】

1・・・サファイア基板

2・・・AlNバッファ層

3・・・n型クラッド層

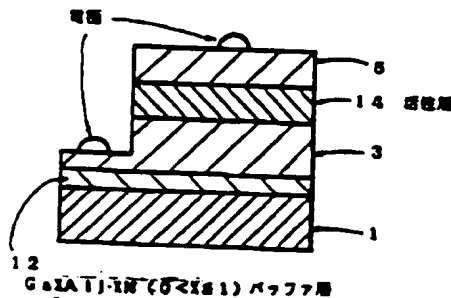
4・・・I型 $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$ 層

5・・・p型クラッド層

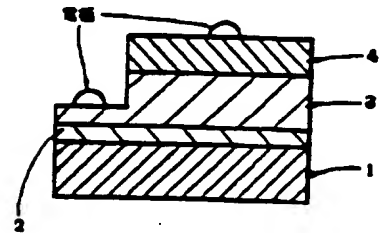
12・・・ $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{N}$  ( $0 < x \leq 1$ ) バッファ層

14・・・活性層

【図1】



【図2】



BEST AVAILABLE COPY